

| Araştırma Makalesi / Research Article |

Uzaktan Eğitimde Uzamsal Görselleştirme: 3 Boyutlu Tasarım Sürecinin Uzamsal Yeteneğe Etkisi

Spatial Visualization in Distance Education: Effect of 3D Design Process to Spatial Ability

Ekmel Çetin¹

Anahtar Kelimeler

Uzamsal görselleştirme
Uzaktan eğitim
3 boyutlu tasarım
3 boyutlu üretim
Uzamsal düşünme

Keywords

Spatial visualization
Distance education
3D design
3D production
Spatial thinking

Başvuru Tarihi/Received
24.07.2020

Kabul Tarihi /Accepted
16.11.2020

Öz

Uzamsal görselleştirme bireyin bir nesneyi manipüle etme becerisi olarak düşünülebilir. Alanyazında zekanın bir ölçüsü olarak da tanımlanan uzamsal yeteneğin bir çok farklı konu alanında (matematik, fizik, mühendislik vb.) başarı sağlamaya da doğrudan ilişkisi olduğu görülmektedir. Bu yeteneğin geliştirilebilmesi için sıklıkla başvurulan bir yol da 3 boyutlu tasarım etkinlikleridir. 3B çalışma ortamlarında tasarım etkinlikleri yüz yüze yapıldığı gibi uzaktan eğitim yoluyla eş zamanlı ya da eş zamansız şekilde de uygulanabilmektedir. Bu çalışmanın amacı uzaktan eş zamanlı yürütülen 3B tasarım etkinlikleriyle ilgili sürecin durumu incelemek ve bu etkinliklerin lisans öğrencilerinin uzamsal görselleştirme becerilerine bir etkisinin olup olmadığını belirlemektir. 8 hafta süren çalışma, açıklayıcı durum çalışması deseniyle lisans düzeyinde 21 öğrenci ile öğrenme yönetim sistemi üzerinden eş zamanlı yapılan 3B tasarım etkinlikleriyle yürütülmüştür. PSV (Purdue Uzamsal Görselleştirme Testi) ve odak grup görüşmeleri veri toplama araçları olarak kullanılmıştır. Çalışma bulgularına göre öğrencilerin uzamsal görselleştirme puanları etkinlik sonrasında etkinlik öncesine göre anlamlı düzeyde farklılık göstermiştir. Görüşme verileri, öğrencilerin çevrimiçi ortamda aldıkları eğitimlerde teknik problemler haricinde çok zorlanmadıklarını ve uzamsal düşünme konusunda farklı bir bakış açısı elde ettiklerini göstermektedir. Bulgular, alanyazınla birlikte tartışılarak sonuçlandırılmış ve gelecek araştırmalara yönelik çeşitli önerilerde bulunulmuştur.

Abstract

Spatial visualization can be considered as an individual's ability to manipulate an object. Spatial ability, which is also defined as a measure of intelligence in the literature, seems to have a direct relationship with success in many different subject areas (mathematics, physics, engineering, etc.). A frequently used way to develop this ability is 3D design activities. In 3D study environments, design activities can be carried out face-to-face as well as simultaneously or asynchronously through distance learning. The aim of this study is to examine the status of the process related to 3D design activities carried out remotely simultaneously and to determine whether these activities have an impact on the spatial visualization skills of undergraduate students. The 8-week study was carried out with 3D design activities conducted simultaneously through the learning management system with 21 students at the undergraduate level with a descriptive case study pattern. PSV (Purdue Spatial Visualization Test) and focus group interviews were used as data collection tools. According to the findings of the study, the spatial visualization scores of the students showed a significant difference after the activity compared to the pre-activity. Interview data show that students do not have difficulty instead of technical problems in their online education and they have a different perspective on spatial thinking. The findings have been concluded by discussing with the literature and various suggestions have been made for future research.

¹ Sorumlu Yazar, Kastamonu Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi, Kastamonu, TÜRKİYE; <https://orcid.org/0000-0002-1076-8887>; ekmel@kastamonu.edu.tr; +905546299969

Introduction

Spatial visualization can be considered as an individual's ability to manipulate an object. Spatial thinking has an important role in the development of children. It is observed that spatial thinking especially in understanding and learning mathematics contributes to the understanding of relations between numbers (Van Ness, 2011), and activities such as mental rotation benefit learning mathematical concepts (Van Ness and De Lang, 2007). There are also studies on the positive relationship between real life experiences related to spatial ability and mathematics achievement (Quasier-Pohl & Lehmann, 2002). Since there is a high relation between the success and spatial ability especially in the field of engineering, studies on the development of the spatial ability in graphic lessons are emphasized (Leopold, Gorska and Sorby, 2001). Various studies have been conducted and are being carried out to develop this capability. One of them is the subject of this study, 3D design and 3D production lessons in graphic lessons. Previous studies emphasize the importance of 3D modeling and its impact on students' spatial skills and abilities. 3D modeling contributes to spatial thinking and increases success in mathematics and geometry lessons (Clements, 1999; Planchard, 2007), there is a positive relationship between spatial thinking and problem solving while 3D modeling (Planchard, 2007, Bulut & Köroğlu, 2000) and students gained confidence and a new way of thinking while designing and modeling (Pepler and Bender 2013). 3D design and production tools are important educational materials in terms of contributing to spatial ability (Kwon, 2017). In 3D study environments, design activities can be carried out face-to-face as well as simultaneously or asynchronously through distance learning. The aim of this study is to examine the status of the process related to 3D design activities carried out remotely simultaneously and to determine whether these activities have an impact on the spatial visualization skills of undergraduate students.

Method

Exploratory case study was employed as the research design. "Why" and "How" questions are asked in instructional technology studies as well as in exploratory case studies. For this reason, exploratory case study design is very common instructional technology studies (Willis, 2008). The study was carried out for 8 weeks in the 2019-2020 Spring term during the distance education process (due to Covid-19 Pandemic) in the Graphic and Animation course. 21 undergraduate students (13 boys and 8 girls) participated in the study from the department of Computer Education and Instructional Technologies. Purdue Spatial Visualization Test was used as pretest and posttest to measure the spatial abilities of the students before and after the study. PSV test, developed by Roland Guay in 1976, was used and the reliability coefficient of the test was found to be 0.87, 0.89 and 0.92 on three different groups (Guay, 1980). In the 3-part test (object creation, rotation, view), there are 12 questions in each section. In studies where spatial skills are measured, it has been stated that this test can be used both as a pretest and as posttest (Bertoline and Miller, 1990). Nonparametric Wilcoxon Signed Rankings test was used to compare the pretest and posttest scores due to the low number of participants. Focus group discussions were held online as a qualitative data source in order to obtain detailed opinions from students about spatial skills activities in the distance education process. The semi-structured interview form prepared by the researcher for these interviews was finalized with the expert opinion and used in the interviews. While the number of people to be included in the focus groups is usually 5 to 8 people, this number can be at least 4 and up to 12 people (Krueger, 2014). For this reason, focus group interviews were completed in three separate sessions, each group consisting of 7 people. Content analysis was employed to analyze the qualitative data. Tinkercad, which is a free and easy-to-use software for 3D design events, was used. The courses conducted remotely were carried out through the learning management system named ALMS used by the university, and live activities were carried out with the Perculus live course system included in ALMS.

Result and Discussion

Considering the findings of the study, spatial abilities of computer education students were not sufficient before the 3D design activities. 3D design activities conducted synchronously enable students to develop their spatial visualizations because the test results after the study were significantly higher than before. Student opinions support this situation. Students who did not deal with any activity related to 3D design in their daily lives, who did not use computer and internet technologies for educational purposes instead of distance education process, found this process useful and stated that they did not have difficulty in the activities. In addition to the studies mentioned in the introduction, emphasizing the contribution of 3D modeling and design activities to spatial ability (Clements, 1999, Bulut & Köroğlu, 2000, Planchard, 2007), design-based math applications contribute to students' spatial abilities (Göktepe-Yıldız, 2019) and 3D augmented reality applications contribute to students' spatial visualizations (Çetin, 2019). Students perform success in terms of spatial ability in these tests, which are carried out through the learning management system (asynchronously) rather than face-to-face (Atasoy, Yüksel, & Özdemir, 2019). In this study, it can be said that it is an advantage to carry out the activities synchronously. It is seen that this study is in parallel with similar studies according to the related literature. Even though student' opinions differed in some cases related to distance education, it was seen that there is no difficulty in distance education in general, and that even if there are technical problems, it can be seen that it is an advantage to reply the live activities. Greenhalgh (2011) stated in his study that according to the simultaneous distance education course, face-to-face courses showed a significant difference in improving the spatial abilities of students. In this study, it was not possible to make such a comparison in the same education period because all students were subjected to distance education due to the pandemic.

GİRİŞ

İnsanların bilgiyi alması ve işlemesi ilk çağlardan günümüze farklı formlarda ve sürekli gelişir bir halde ilerlemiştir. Çevrede gerçekleşen olaylara verilen tepkiler ve değişimler öğrenme olarak nitelendirilebilir. Çevreye bakıldığında nesnelere 3 boyutlu (3B) diye tabir edilen formda görülür. 3B uzay, en, boy ve derinlik algılarının hepsinin birden var olduğu ortamdır. Bu ortam, beraberinde insanların kazanması gereken bir yetenek olan uzamsal yeteneği, aynı zamanda onun bir alt kavramı olan uzamsal görselleştirme kavramını getirmektedir. Uzamsal yeteneğin ilk olarak erken yaşlarda ev ve aile ortamında geliştirilmeye başlandığı söylenebilir. Özellikle oyun aktivitelerinde çeşitli oyuncaklarla ya da cisimlerle oynanırken informal bir okul ortamı gibi uzamsal yeteneğe giriş yapılmaktadır (Clements, 1999). Çocukların evde oynadığı bloklar içeren oyuncaklar, belirli cisimleri belirli boşluklardan geçirme gibi etkinlikler onların uzamsal yeteneklerine katkıda bulunmaktadır (Jones, 2010). Bu oyunlar bir nevi çocuğun beynini “yontarak” hücreler arası nöral bağlantılar oluştururlar ve bu bağlantılar ilerledikçe ve geliştikçe öğrenme oluşur (Purves, 2007). Henüz dil ve sosyal gelişimini tamamlayamamış olan bir çocuk bu sayede bilişsel ve psikomotor gelişimini bir arada harmanlayarak görselleştirme yeteneğini kazanmaktadır. Piaget, uzamsal yeteneğin 12 yaştan önce tam olarak gelişmediğini belirtse de (Piaget ve Inhelder, 1967) 9-10 yaşlarındaki çocukların uzamsal etkinlikler içeren oyunlarla bu yeteneği geliştirebildikleri de çalışmalarda belirtilmektedir (Huttenlocher ve Newcombe, 2000).

Uzamsal yeteneğin çok küçük yaşlarda evde kazanılmaya başlaması bu yeteneğin gelişimi için yeterli bir kıstas olarak görülmemelidir. Çalışmalar okul ortamı ve bu ortamdaki materyallerin çocukların uzamsal yeteneklerinin gelişimine etkisinin olduğunu göstermektedir (Perry, 2013). Erken yaşlarda okul ortamında uzamsal yeteneğin kazanılması önemlidir fakat 3 boyutlu tasarım ve üretimin yer aldığı lisans düzeyindeki derslerde de öğrencilerin uzamsal yeteneklerinin belirli bir seviyede olması beklenir. Bu sebeple uzamsal görselleştirme yapıp yapamadıklarının test edilmesi, yapılan 3B tasarım etkinliklerinin lisans düzeyinde bu yeteneğe etkisinin olup olmadığının araştırılması, öğrenme yaşı olarak geç kalınmış gibi gözükse de önem arz etmektedir. Böyle bir çalışmanın yapılması ve uzamsal yeteneğin ölçülüp geliştirilmesi konusunda da lisans düzeyindeki “Grafik ve Canlandırma” dersi uygun bir ortam oluşturmaktadır. Okul ortamında bu ders içerisinde 3B tasarımla uzamsal yeteneğin geliştirilmesi söz konusu olduğu gibi uzaktan eğitimle de bu dersi yürütmek ve etkinlik tasarlamak mümkün görünmektedir.

Uzamsal yetenekle ilgili derslerin uzaktan yürütülmesi düşünüldüğünde uzaktan eğitimin imkânlarının buna ne derece uygun olduğunun incelenmesi gerekir. Uzaktan eğitim yeni bir kavram olmayıp zaman ve mekândan bağımsız olarak öğretim içeriklerinin öğrencilere çeşitli teknoloji yollarıyla aktarılması demektir. 1800’lerde dil eğitimi serüveniyle mektuplaşma üzerinden başlayan ve 1960’da İngiltere’de Açık Üniversite’nin kurulmasıyla formal bir anlam kazanan Uzaktan Eğitim, günümüzde milyarlarca öğrencisi olan bir potansiyele ulaşmıştır. Bireysel öğrenme anlamında büyük fırsatlar ve imkânlar sunan uzaktan eğitimin yükseköğretim için ciddi bir potansiyel taşıdığı belirtilmektedir (Greer, 2010). Uzaktan eğitimin hem Türkiye’de, hem dünyada sağlık şartlarından dolayı “zorunlu” hale geldiği bir süreçte (2020 Covid-19 Pandemi Süreci) uzamsal yeteneğin uzaktan yürütülen bir dersle ne derece geliştirildiğinin ölçülmesinin hem uzaktan eğitim, hem de uzamsal yetenek çalışmalarına bir katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Uzamsal Düşünme (3B Düşünme)

Uzamsal yetenek, uzamsal algı, uzamsal zekâ, uzamsal görselleştirme gibi farklı kavramların açıklamaya çalıştığı uzamsal düşünme bir bireyin uzamsal ortamda bir nesneyi manipüle etme becerisi olarak düşünülebilir (Sheila ve Cohen, 1985). Bu zihinsel manipüle etme (örneğin zihinsel döndürme) becerisi belirli bir süre içerisinde çeşitli aktivitelerle geliştirilebilir. Bu aktiviteler doğrudan nesnelere olabileceği gibi teknoloji destekli 3B öğrenme ortamlarıyla ya da aktivitelerle de sağlanabilir. Örneğin tüm dünyada popüleritesi olan LEGO bloklar (oyuncak) fiziksel bir uzamsal düşünme materyalidir. Piaget ve Inhelder’a (1967) göre uzamsal yetenek zekânın bir ölçümüdür ve zekâ testinin bir bileşenidir. Yapılan çalışmalarda cinsiyet ayırt etmeksizin 3B oyuncaklarla oynayan çocukların matematik başarılarının daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Çalışmalarda matematik ön plana çıkıyor olsa da uzamsal yetenekteki bireysel farklılıkların öğrenmeye matematikle birlikte fen, teknoloji ve mühendislik (STEM) alanlarına da katkı sağladığı, deneyim kazanma konusunda katkısı olduğu belirtilmektedir (Lubinski, 2010).

Uzamsal düşünmenin ilgili alanyazında çocukların gelişiminde önemli bir yer kapladığı görülmektedir. Özellikle matematik anlama ve öğrenme konusunda uzamsal düşünmenin sayılar arası ilişkilerin anlaşılmasına katkıda bulunduğu (Van Ness, 2011), zihinsel döndürme gibi aktivitelerin matematiksel kavramların öğrenilmesine fayda sağladığı (Van Ness ve De Lang, 2007) görülmektedir. Bunlardan başka uzamsal yetenekle ilgili gerçek hayat deneyimleriyle matematik başarısı arasındaki pozitif yönlü ilişkiye yönelik çalışmalar bulunmaktadır (Quasier-Pohl ve Lehmann, 2002). Özellikle mühendislik alanındaki başarıyla uzamsal yetenek arasında yüksek bir ilişki bulunduğu için grafik derslerinde uzamsal yeteneğin geliştirilmesine yönelik çalışmalara ağırlık verilmiştir (Leopold, Gorska ve Sorby, 2001). Bu yeteneğin geliştirilebilmesi için çeşitli çalışmalar yapılmış ve yapılmaktadır. Bunlardan birisi bu çalışmaya da konu olan, grafik derslerinde 3B tasarım ve 3B üretim derslerinin verilmesidir. Diğerleri; 3B ve sanal ortamlar, video oyunları, geleneksel tasarım eğitimleri ve fiziksel modelleme eğitimlerinde yapılan etkinliklerdir.

3B Tasarım ve Üretim

Son yıllarda eğitim ortamlarının dışında, daha çok hobi şeklinde gelişen bir “maker” hareketi gözlenmektedir. Bu hareket aslında yapılandırmacı yaklaşıma da uygun bir çizgide ilerlediğinden eğitim ortamlarında da yerini almaya başlamıştır. Son yüzyılda daha çok tüketici bir toplum haline gelmesinin önüne geçip tekrar üreten bireyler olabilmek adına maker hareketinin hayati bir adım olduğu söylenebilir (Vossoughi ve Bevan, 2014). Özellikle 3B yazıcıların bireysel kullanıcı piyasasına giriş yapması ve evlere girebilecek fiyat seviyelerine gelmesiyle uzamsal düşünmeyi geliştirmek için önemli aktivitelerden birisi olan 3B tasarım ve üretim

önem kazanmıştır. 3B yazdırma işlemi dijital tasarım dosyalarını katı objelere dönüştüren teknoloji olarak bilinmektedir (Brown, 2015; Waseem vd., 2017). Aslında hızlı bir şekilde prototip üreten makineler olarak bilinen 3B yazdırma işlemi mimarlar, otomobil mühendisleri, uzay bilimciler ve sağlık araştırmacıları tarafından prototip üretmek için kullanılıyordu (Kostakis vd., 2015). Bireysel olarak satılması ve kullanılmasının sonucu olarak da öğrencilerin kendi projelerini geliştirdikleri ve yeni beceriler edindikleri “Makerspace” denilen ortamlar oluşmuştur (Cross, 2017). 3B bağlamında ilk olarak K12 müfredatına mühendislik aktivitelerinin yerleştirildiği görülmektedir (Martin, 2015). Bu projelerin amacı öğrencilerin eğlenceli ve kullanımı kolay olan ortamlarda karmaşık yapıları deneyimlemelerini sağlamaktır. Bu durum sadece deneyimlemeyle kalmayıp bir öğrencinin kendi dış tutucusunu tasarlayıp 3B yazıcıdan çıkarmasıyla çok daha ucuza mal etmesi gibi profesyonel kullanım alanlarına kadar ilerlemiştir (King, 2016).

Daha önce yapılan çalışmalar 3B modellemenin önemini ve öğrencilerin uzamsal beceri ve yeteneklerinin üzerindeki etkisini vurgulamaktadır. 3B modellemenin uzamsal düşünmeye katkı sağlayarak matematik ve geometri derslerinde başarıyı arttırdığı (Clements, 1999; Planchard, 2007), 3B modelleme yapılırken uzamsal düşünme ile problem çözme arasında pozitif yönlü bir ilişki olduğu (Planchard, 2007, Bulut ve Köroğlu, 2000) ve öğrencilerin 3B tasarım ve modelleme yaparken özgüven kazanıp yeni bir düşünme yolu edindikleri (Peppler ve Bender 2013) yapılan çalışmalarda belirtilmiştir. Uzamsal yeteneğe katkı sağlama anlamında da 3B tasarım ve üretim araçlarının önemli bir eğitsel materyal olduğu ifade edilmektedir (Kwon, 2017).

Araştırmanın Önemi ve Amacı

Uzaktan eğitim, örgün öğretim yapan yükseköğretim kurumlarında sınırlı düzeyde kullanılmaktayken 2020 yılı başında yaşanan ve tüm dünyayı etkileyen COVID-19 pandemi süreciyle birlikte beklenmedik düzeyde bir önem kazanmıştır. Üstelik bu önem sadece yükseköğretimi değil formal eğitimin tüm kademelerini kapsayacak şekilde öne çıkmıştır. Tüm dünyada olduğu gibi Türkiye’de de salgın riski göz önünde bulundurularak tüm derecelerdeki okullar uzaktan eğitim yöntemiyle derslere devam edeceklerini açıklamışlardır. Bu durum aslında eskiden beri var olan ve tercih edilen uzaktan eğitimi bir nevi zorunlu kılmıştır. Uzaktan eğitimin avantajları bilindiği gibi çevrimiçi etkinlikler için hem öğretmenlerin hem de öğrencilerin daha fazla zaman harcadığı bilinmektedir (Greenhalgh, 2011). Aynı zamanda sosyal mesafe, takım çalışması ve sosyal iletişim becerileri konularında da uzaktan eğitime yönelik eleştiriler getirilmiştir. Fakat sosyal mesafenin zorunlu olduğu bir durumda ise uzaktan eğitimin kullanılmasının kaçınılmaz olduğu gerçeği öne çıkmıştır.

Bu çalışmada Grafik ve Canlandırma dersi örneğinden yola çıkılarak uzamsal yetenek incelenmiştir. Örgün eğitim kapsamında bu konuya bakıldığında Amerika’da 2004 yılında yapılan bir tarama çalışmasında mühendislik grafik dersi veren üniversitelerin %21’inin bu dersi uzaktan eğitimle verdiği (Clark ve Scales, 2006), 2008’de ise bu oranın %32’ye çıktığı (Downs, 2009) görülmektedir. Zaman ve mekân kısıtlaması olmaması, uzaktan eğitimin en önemli avantajı olarak bilinirken çeşitli uygulamalı derslerde ise zorluk yaşanan durumlar olduğu bilinmektedir. Grafik derslerinin uzaktan verilmesiyle ilgili bir zorluk görülmemesine karşın uzamsal yeteneğin test edilmesinde “fiziksel” nesnelere kullanılmaması bir eksiklik olarak görülmektedir (Ma ve Nickerson, 2006). Bu açık, farklı uzamsal yetenek testleriyle çözülebilir. Nitekim bu çalışmada da uzamsal yeteneğin belirlenebilmesi amacıyla fiziksel nesnelere ihtiyaç duyulmayan uzamsal görselleştirme testi kullanılmıştır. Çalışmanın amacı lisans düzeyinde uzaktan eğitim sürecinde öğrenim gören öğrencilerin 3B tasarım etkinlikleri öncesinde ve sonrasında uzamsal becerilerini ölçmek ve aralarındaki farkı incelemektir. Bununla birlikte odak grup görüşmeleri ile öğrencilerin bu konudaki görüşlerinin toplanması amaçlanmıştır.

YÖNTEM

Bu bölümde araştırma modeli, katılımcılar, uygulama süreci, veri toplama araçları ve verilerin analizine ilişkin bilgiler sunulmaktadır.

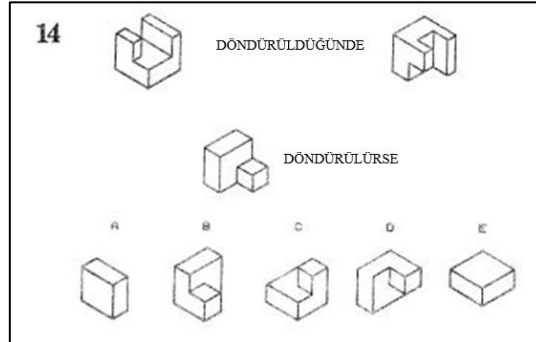
Araştırma Modeli

Bu çalışmada öğretim teknolojileri araştırmalarında özellikle ilk kez ve pilot uygulanan modellerde kullanıldığı gibi açıklayıcı durum çalışması kullanılmıştır. Açıklayıcı bir durum çalışması olduğu için nicel ve nitel veriler bir arada kullanılmıştır. Durum çalışmasında bir duruma ilişkin faktörler (çevre, bireyler, süreçler) bütünsel bir yaklaşımla incelenmekte ve bunların durumu nasıl etkilediği ya da durumdan nasıl etkilendiği üzerinde durulmaktadır (Yin, 1984). Öğretim teknolojisi araştırmalarında “neden” ve “nasıl” soruları sorulur. Aynı sorular açıklayıcı durum çalışmaları için de geçerlidir. Bu sebeple, öğretim teknolojileri çalışmalarında açıklayıcı durum çalışmalarının kullanımı oldukça yaygındır (Willis, 2008). Açıklayıcı durum çalışması bir durumun etkisinin özellikle eğitim araştırmalarında teknoloji entegrasyonu kullanıldığında belirlenmeye çalışıldığı çalışmalarda kullanılmaktadır (Berg, 2009). Çalışma öncesinde ve sonrasında öğrencilere uzamsal görselleştirme testi uygulanmış ve çalışma sonunda odak grup görüşmeleri gerçekleştirilmiştir. Çalışmaya Eğitim Fakültesi, Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi bölümünden 21 öğrenci katılmıştır. Katılımcıların 13’ü erkek 8’i kız öğrencidir.

Veri Toplama ve Veri Analizi

Öğrencilerin uzamsal becerilerinin ölçümü amacıyla uzamsal görselleştirme testi (PSV-Purdue Spatial Visualization) kullanılmıştır. PSV testi 3 boyutlu bir nesneyi zihinde açma ya da açık hali verilen bir nesnenin 3 boyutlu şeklinin tahmin edilmesi, 3 boyutlu nesnelere zihinde döndürülmesi ve farklı bakış açılarından nasıl bir görünüme sahip olacağı gibi becerileri test etmektedir. Resim sanatına ilişkin güzellik kriterlerinin teknik, içerik ve düzen bileşenleri göz önünde bulundurularak oluşturulması gibi (Uysal ve Yılmaz, 2019) uzamsal beceri testi de 3 boyutlu nesnelere teknik, içerik ve düzen bileşenlerine göre yorumlanmasını

sağlamaktadır. PSV testi 1976 yılında Roland Guay tarafından geliştirilmiştir ve 3 farklı grup üzerinde testin güvenilirlik katsayısı 0.87, 0.89 ve 0.92 olarak bulunmuştur (Guay, 1980). 3 bölümden oluşan testte (cisim oluşturma, döndürme, bakış) her bir bölümde 12 soru bulunmaktadır. Aynı testin hem ön hem de son test olarak kullanılması bir sorun olarak görülmemektedir çünkü bu test bilgi değil beceri ölçen bir testtir. Uzamsal becerilerin ölçüldüğü araştırmalarda bu testin hem ön hem de son test olarak kullanılabilceği belirtilmiştir (Bertoline ve Miller, 1990). Ön-test ve son-test puanlarının karşılaştırılması için katılımcı sayısının az olması sebebiyle parametrik olmayan Wilcoxon İşaretili Sıralamalar testi kullanılmıştır. Veriler SPSS 22 paket programında analiz edilmiştir. PSV testinden 3B zihinsel döndürme bölümüne ilişkin örnek bir soru Şekil 1’de verilmiştir.

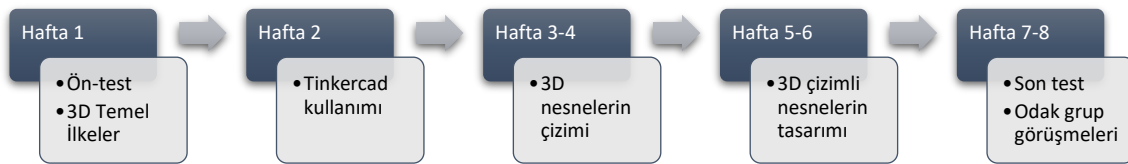


Şekil 1. Uzamsal görselleştirme testi zihinsel döndürme soru örneği

Öğrencilerden uzaktan eğitim sürecinde uzamsal becerilere yönelik etkinliklerle ilgili görüşlerini detaylı bir şekilde alabilmek amacıyla nitel veri kaynağı olarak odak grup görüşmeleri çevrimiçi olarak gerçekleştirilmiştir. Bu görüşmeler için araştırmacı tarafından hazırlanan yarı yapılandırılmış görüşme formu, bir uzman görüşü ile son haline gelmiş ve görüşmelerde kullanılmıştır. Odak grupların içereceği kişi sayısı genellikle 5 ile 8 kişi olmakla birlikte bu sayı en az 4, en fazla 12 kişiye kadar çıkabilmektedir (Krueger, 2014). Bu nedenle odak grup görüşmeleri her grup 7 kişiden oluşacak şekilde 3 ayrı oturumda tamamlanmıştır. Etkinlikler ve odak grup görüşmeleri eşzamanlı olarak öğrenme yönetim sistemi içerisindeki “Canlı Ders” modülünden yürütüldüğü için kayıtları sistemde tutulmaktadır. Bu sebeple ayrıca ses-görüntü kaydı alınmasına gerek yoktur. Görüşme verileri içerik analizi ile değerlendirilmiştir. İçerik analizinin doğruluğunu (accuracy) sağlamak için ikinci bir kodlayıcı bağımsız şekilde bütün görüşme verileri için kodlama yapmakta ve iki kodlayıcının sonuçları birbirleri ile karşılaştırılmaktadır (Scott, 2009). Bu sebeple araştırmacı verileri ikinci bir uzman ile paylaşarak tekrar kodlama yapılmasını sağlamıştır. Değerleyici güvenilirliğini sağlamak açısından Kendall W uyum testi yapılmış ve uzman görüşleri arasında anlamlı bir fark olmadığı belirlenmiştir ($W=0.121$; $p=0.259$). Araştırmacı ve uzman tarafından elde edilen temalar karşılaştırılmış, uyuşmayan bulgular için veriler tekrar incelenmiş ve ortak karar verilerek geçerli bulgular elde edilmiştir.

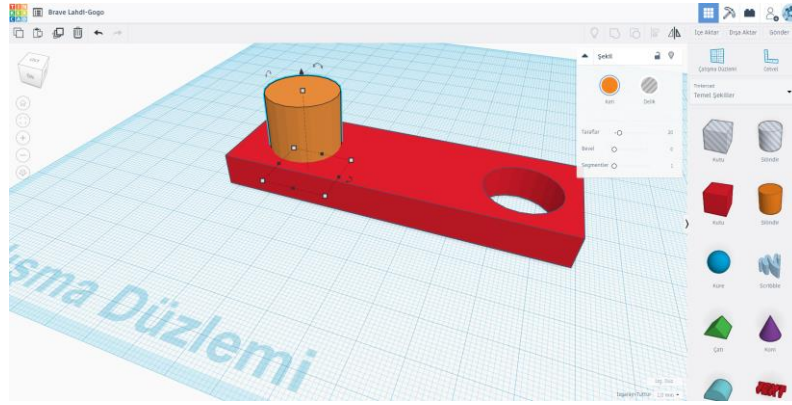
Etkinlik

Çalışma 2019-2020 Bahar döneminde Grafik ve Canlandırma dersinde ilk 3 hafta yüz yüze yapılan derslerden sonraki uzaktan eğitim sürecinde (Covid-19 Pandemi sebebiyle) yürütülmüştür. Dersin ilk 4 haftası Grafik eğitimi amaçlı olduğundan 3B tasarım etkinliklerinin tamamı uzaktan eğitim sürecinde 8 hafta boyunca gerçekleştirilmiştir. 8 haftalık etkinlik süreci aşağıdaki şekilde tamamlanmıştır (Şekil 2).



Şekil 2. Etkinlik Süreci

3B tasarım etkinlikleri için ücretsiz ve kullanımı kolay bir yazılım olan, AutoDesk firmasına ait Tinkercad (www.tinkercad.com) kullanılmıştır. Ortamın görseli Şekil 3’te verilmiştir.



Şekil 3. Tinkercad 3B tasarım ortamı

Şekil 3'te görüldüğü gibi Türkçe arayüz desteğiyle kullanılan Tinkercad yazılımı 3B tasarımlar için kullanımı kolay ve eğlenceli bir ortam sunmaktadır. Uzaktan yürütülen dersler üniversitenin kullanmakta olduğu ALMS isimli öğrenme yöntemi sistemi üzerinden, canlı etkinlikler ise yine aynı sisteme bağlı Perculus canlı ders sistemiyle yapılmıştır. Ekran ve doküman paylaşımının yapılabildiği canlı derslerde öğrencilere Tinkercad yazılımı tanıtılmış, 3B nesnelere, nesnelere oynama, farklı bakış açılarından nesnelere inceleme ve yeni nesnelere oluşturma eğitimleri verilmiştir. 3B çizimi verilen bir nesnenin 3B ortamda tasarlanması, ortamda 3B görünen nesnenin çiziminin yapılması, 3B gerçek bir cismin tasarımının yapılması gibi etkinliklerin tamamı uzaktan eğitimle yürütülmüştür. Öğrenciler yaptıkları çalışmalarını sistem üzerinden araştırmacıya göndererek dönüt almışlardır.

BULGULAR

Bu bölümde öğrencilerin etkinlik öncesinde ve sonrasında test edilen uzamsal görselleştirme yetenekleriyle ilgili verilerin ve odak grup görüşmelerinin analiz edilmesiyle elde edilen verilerin bulgularına yer verilmiştir.

Öğrencilerin Uzamsal Görselleştirme Testi Değerlendirmeleri

Öğrencilerin uzamsal görselleştirme testine verdikleri yanıtlardan elde ettikleri öntest ve sontest puanları normal dağılım gösterip göstermediklerini belirlemek amacıyla Shapiro Wilk testine tabi tutulmuştur. Aslında katılımcı sayısı 30'dan az olmakla birlikte parametrik olmayan analiz kullanımı için normal dağılım göstermeme şartının da sağlanması için bu test uygulanmıştır. Shapiro Wilk testinin sonuçları Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Uzamsal görselleştirme testi öntest sontest puanları Shapiro Wilk testi sonuçları

Değerler		Öntest	Sontest
n		21	21
Parametreler	\bar{X}	14.000	23.14290
	ss	2.89828	4.36218
Shapiro Wilk Z		.875	.906
p		.012	.045

Tablo 1'de görüldüğü üzere uzamsal görselleştirme testi öntest ($Z = .875$, $p < .05$) ve sontest ($Z = .906$, $p < .05$) puanlarının Shapiro Wilk testi sonucunda normal dağılım gösterme konusunda anlamlı fark gösterdikleri görülmüştür. Bu sebeple puanlar arası farkın analiz edilmesi amacıyla parametrik olmayan Wilcoxon İşaretli Sıralamalar testi kullanılmıştır. Öğrencilerin uzamsal görselleştirme testinden aldıkları öntest ve sontest puanlarına ilişkin yapılan Wilcoxon testi sonuçları Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. Uzamsal görselleştirme testi öntest sontest puanları Wilcoxon işaretli sıralamalar testi sonuçları

Puanlar	Sıralar	N	S.O.	S.T	Z	p
Öntest	Negatif	0	.00	.00	-4.058	.000
	Pozitif	21	11.00	231.00		
Sontest	Eşit	0				
	Toplam	21				

Tablo 2'de görüldüğü üzere 3 boyutlu tasarım etkinliklerine katılan öğrencilerin uzamsal görselleştirme testinden aldıkları öntest ve sontest puanları arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığını belirlemek için yapılan Wilcoxon İşaretli Sıralamalar Testi sonucuna göre istatistiksel olarak ($p < .001$) anlamlı fark bulunmuştur. Söz konusu farklılık sontest lehine gerçekleşmiştir. Yani etkinliklere katılan öğrencilerin uzamsal görselleştirme konusunda etkinlik öncesine göre daha başarılı oldukları söylenebilir. Bu durumun etkinlikler açısından yorumlanabilmesi için sonraki başlıkta da odak grup görüşmelerine yer verilmiştir.

Öğrencilerin Uzaktan Eğitimde Uzamsal Görselleştirme Etkinliklerine İlişkin Görüşleri

Öğrencilerle 3 ayrı oturumda gerçekleştirilen odak grup görüşmelerinin kayıtları analiz edildiğinde öğrencilerin teknoloji kullanım durumları ve amaçları, ardından da uzaktan eğitimde uzamsal görselleştirme etkinliklerine yönelik görüşleri elde edilmiştir. Tablo 3'te öğrencilerin teknoloji kullanım durumları verilmiştir.

Tablo 3. Öğrencilerin teknoloji kullanım durumları

Teknoloji kullanımı	n	f(%)
Bilgisayar(Masaüstü/Dizüstü)	17	80.9
Tablet	4	19
Akıllı Telefon	21	100
3B Teknoloji (Yazıcı/Gözlük vb)	0	0

Tablo 3'e bakıldığında öğrencilerin tamamının akıllı telefona sahip oldukları görülmektedir. Bununla birlikte öğrencilerin çoğunluğunun (%80.9) kendilerine ait bir bilgisayarı bulunmaktadır. Bilgisayarı olmayan öğrenciler aynı zamanda tablete de sahip değillerdir. Bu öğrenciler bilgisayar kullanımı konusundaki ihtiyaçlarını akıllı telefonun yetersiz olduğu durumlarda yurt ya da üniversiteye ait bilgisayarlarla giderdiklerini söylemişlerdir. 3B teknolojilere bakılacak olursa öğrencilerin hiçbirinin böyle bir teknolojiye sahip olmadıkları görülmektedir. Bu durumda 3B teknolojilerden haberdar olmadıkları söylenebilir fakat görüşmelerde ifade ettikleri *"3B yazıcıyı biliyorum"*, *"3B yazıcıda nasıl çıktı alındığını gördüm"*, *"sanal gerçeklik gözlüğü kullandım"* ya da *"bilgisayarda 3B tasarımı ilgilendim"* gibi ifadeleri bu kavramdan çok fazla uzak olmadıklarını göstermektedir.

Öğrenciler (bilgisayarları olmayanlar dâhil) internet erişimi olduklarını söylemişlerdir. Üniversitenin sağladığı internet erişimi dışında da kendi operatörlerinde internet hizmeti aldıklarını belirtmişlerdir. Öğrencilerin eriştikleri teknolojileri ve interneti kullanım amaçları da ana temalara göre Tablo 4'te verilmiştir.

Tablo 4. Öğrencilerin bilişim ve internet teknolojilerini kullanım amaçları

Kullanım amacı	n
Gezinme (gazete okuma, video izleme, forum vb)	21
Sosyal medya (Instagram, Facebook vb)	21
Eğitim (ödev, ders videosu, ders takibi, eğitim yazılımı vb)	21
İnteraktif işlemler (bankacılık, e-devlet vb)	17
Eğlence (oyun vb)	15
Görsel tasarım (çizim, fotoğraf/video düzenleme)	6

Tablo 4'e bakıldığında öğrencilerin bilgisayar ve internet teknolojilerini kullanım amaçlarının en tepesinde "internette gezinme" temasının yer aldığı görülmektedir. Sosyal medya ve eğitim temalarına da aynı oranda (tüm öğrenciler) yanıt gelmesine karşın görüşmelerdeki kullanım sıklığına ve vurgulara bakılarak internette gezinmenin en üstte yer aldığı bu tablo oluşturulmuştur. Ardından tüm öğrenciler sosyal medyayı aktif bir şekilde kullandıklarını, akıllı telefonlarında üniversitenin sağladığı internet erişimi haricinde operatör üzerinden internet erişimini de bu yüzden istediklerini belirtmişlerdir. Eğitim teması ise bir bilgisayar/internet kullanım amacı olarak tüm öğrenciler tarafından belirtilse de bunun "uzaktan eğitim" süreciyle ilişkili olduğu tespit edilmiştir. Öğrencilerden gelen *"uzaktan eğitim sürecinden önce telefonumu eğitim amaçlı kullanmadım"* ya da *"sınıfta öğrendiklerim ve not aldıklarım ile yetiniyordum, interneti çok fazla eğitim amaçlı kullanmadım, sadece ödev olunca bakıyordum"* gibi yanıtlar eğitim başlığının gerçekten bir kullanım amacı olarak kullanılmadığını, uzaktan eğitim sürecine girilmesiyle bir zorunluluk haline geldiği görülmüştür.

Odak grup görüşmeleri *"3B tasarım süreci sizce nasıldı?"*, *"bu konuda daha önceki deneyimleriniz nelerdir?"* ve *"uzaktan eğitimin bu süreçteki etkisi nedir?"* gibi sorularla ilerlemiştir ve bu sorulara alınan yanıtların analiz edilmesiyle öğrenci görüşleriyle ilgili çeşitli temalar oluşturulmuştur. Verilen yanıtların yönelik oluşan temalar ve alt temalar dağılımlarıyla birlikte Tablo 5'te verilmiştir.

Tablo 5. Öğrencilerin uzaktan eğitimde uzamsal görselleştirme ile ilgili görüşleri

Temalar	n
Tinkercad Ortamı	17
Kullanım kolaylığı	
Eğlence	
Etkinlik Etkisi	14
Çizim-3B nesne aktarımı	
3 boyutlu düşünebilme	
Uzaktan Eğitim	13
Kaynaklara erişim	
Teknik zorluklar	

Tablo 5'e bakıldığında öğrenci görüşlerinin analiz edilmesiyle elde edilen temalar: 1-tasarım (Tinkercad) ortamı, 2-etkinlik etkisi ve 3-uzaktan eğitim olarak belirlenmiştir. Alt temalara yönelik öğrenci görüşlerine bakıldığında tasarım ortamı teması için aşağıdaki gibi örnek ifadeler dikkat çekmektedir:

1. "Kullanımı oldukça kolaydı"
2. "3B tasarım yapmanın bu kadar kolay olduğunu bilmiyordum"
3. "Kullanırken çok eğlendim"

Tasarım ortamı temasıyla ilgili örnek ifadeler çoğunlukla birbirine benzer ve odak grup görüşmelerinde öğrencilerin söyledikleri birbirlerini destekler niteliktedir. Nitekim görüşmeler esnasında öğrenciler birbirlerinin sözlerini keserek "aynı görüşe ben de katılıyorum" gibi ifadeler kullanmışlardır. Bir diğer tema olan etkinlik etkisi teması aynı zamanda uzamsal görselleştirme konusunun da ön plana çıktığı tema olarak belirlenmiştir. Bu temaya yönelik dikkat çeken ifadeler aşağıda verilmiştir:

1. "Herhangi bir nesnenin farklı açılardan nasıl görüldüğünü bildirdim ama çizmek aklıma gelmezdi. Bu etkinliklerle onu öğrendim."
2. "Küçükken bir zarın (küp) nasıl yapıldığını öğrenmiştim. 2 boyutta çizip 3 boyuta geçirmeyi ilk orada öğrendim sanırım. Bunun 3B tasarıma aktarılması her nesneye o şekilde bakmamı sağladı."
3. "Bir nesnenin nasıl görüldüğünü tam olarak bilmeden onu tasarıma aktarmak mümkün değil. Bu yüzden çok yönlü düşünmek gerekiyor, ben bu yeteneğimi geliştirdiğimi düşünüyorum."

Etkinlik etkisi temasıyla ilgili örnek ifadeler öğrencilerin bu süreçteki deneyimlerini yansıtmaktadır. Daha önce 3B tasarımdan haberdar olan ama derste yapılan etkinliklere kadar tasarım süreciyle ilgilenmemiş olan öğrenciler uzamsal görselleştirmelerini farkında olarak ya da olmayarak geliştirdiklerini belirtmişlerdir. Sürecin uzaktan eğitimle yürütülmesi ise hem bazı avantajlar hem de dezavantajlar sağlamıştır. Bunlarla ilgili dikkat çeken ifadeler de aşağıda verilmiştir:

1. "Bu konuda yüz yüze eğitim almak isterdim çünkü uzaktan biraz havada kalıyor gibi geldi."
2. "Canlı derslere bazen katılamama durumum oldu ama kayıtları izleyince gösterilen etkinlikleri olduğu gibi yapabildim."
3. "Laboratuvarda (bilgisayar) bunu yapsak daha etkili olurdu sanki ama tekrarının izlenebilmesi aslında daha büyük avantaj."
4. "Canlı derslerde de sizinle birlikte etkinliği yapabildim ama birebir destek durumu tam olmadı. Yine de uygulamanın internet üzerinden kullanımı ve hem ekran paylaşımı hem de kamera önünde çizim gibi etkinlikler oldukça yeterliydi."

Uzaktan eğitim temasıyla ilgili örnek ifadeler öğrencilerin bu durumda çeşitli teknik aksaklıklar yaşasalar bile yeterli destek ve materyal ile etkinliklerde zorlanmadıklarını göstermektedir. Verilen yanıtlar, oluşturulan temalar ve etkinliklerle ilgili bulgular bir sonraki başlıkta alanyazınla birlikte tartışılmıştır.

TARTIŞMA

Bu çalışmada eşzamanlı uzaktan eğitimle Grafik ve Canlandırma dersini alan öğrencilerle 3B tasarım ortamında etkinlikler gerçekleştirilmiş ve öğrencilerin uzamsal görselleştirme becerilerinin gelişip gelişmediğine bakılmıştır. Üniversite düzeyi uzamsal yeteneğin kazanılması anlamında geç bir dönem olarak görüle de yapılan çalışmalar bu düzeydeki öğrencilerin de uzamsal yetenek konusunda sıkıntı yaşadıklarını göstermektedir. Alanyazında meslek yüksekokul öğrencilerinin uzamsal yeteneklerinin yeterli düzeyde olmadığı ama teknik bölümde okuyanların puanlarının diğer bölümlere göre yüksek olduğu (Benzer ve Yıldız, 2020), matematik eğitimi öğrencilerinin sınıf eğitimi öğrencilerine göre uzamsal yeteneklerinin daha yüksek düzeyde olduğu (Dündar, Yılmaz ve Terzi, 2019), kimya eğitimi öğrencilerinin uzamsal yeteneklerinin düşük olduğu ama sınıf düzeyi yükseldikçe puanlarının da yükseldiği (Sivrikaya, 2019) yapılan çalışmalarda görülmektedir. STEM konusu göz önünde bulundurulduğunda son yıllarda yükseköğretimde yapılan çalışmaların ön plana çıktığı ve bazılarında materyal tasarımının çalışıldığı görülmektedir (Yılmaz, Gülgün, Çetinkaya ve Doğanay, 2018). STEM konularında materyal tasarımının da uzamsal yetenekle ilişkili olduğunu durumu düşünüldüğünde üniversite düzeyinde uzamsal yeteneğin geliştirilmesine yönelik çalışmalar yapılması gereğini öne çıkarmaktadır. Bilişim teknolojileriyle ilgili bölümlerde Grafik, Animasyon, Tasarım gibi derslerin varlığı da uzamsal yeteneğe yönelik etkinliklerin yapılmasına olanak sağlamaktadır.

Çalışma bulgularına bakıldığında bilgisayar eğitimi öğrencilerinin uzamsal yeteneklerinin etkinlikler öncesinde yeterli düzeyde olmadığı görülmektedir. Uzaktan yürütülen 3B tasarım etkinliklerinin öğrencilerin uzamsal görselleştirmelerini geliştirmelerine olanak sağladığı söylenebilir çünkü çalışma sonrasında yapılan test sonuçları öncesine göre anlamlı düzeyde yüksek çıkmıştır. Öğrenci görüşleri de bu durumu destekler niteliktedir. Günlük yaşamlarında 3B tasarımla ilgili herhangi bir etkinlikle uğraşmayan, uzaktan eğitim süreci haricinde de bilgisayar ve internet teknolojilerini eğitim amaçlı çok fazla kullanmayan öğrenciler, bu süreci faydalı bulmuşlar ve etkinliklerde zorlanmadıklarını belirtmişlerdir. Giriş kısmında değinilen, 3B modelleme ve tasarım etkinliklerinin uzamsal yeteneğe katkısına vurgu yapan çalışmalara (Clements, 1999, Bulut ve Köroğlu, 2000, Planchard, 2007) ek olarak tasarım temelli matematik uygulamalarının öğrencilerin uzamsal yeteneklerine katkıda bulunduğu (Göktepe-Yıldız, 2019) ve 3B artırılmış gerçeklik uygulamalarının öğrencilerin uzamsal görselleştirmelerine katkıda bulunduğu (Çetin, 2019) görülmüştür. Bu tarz 3B etkinliklerin yüz yüze değil de öğrenme yönetim sistemi üzerinden yürütülüp (eşzamansız) sonrasında yapılan testlerde de öğrencilerin uzamsal yetenek açısından başarı sağladıkları görülmektedir (Atasoy, Yüksel ve Özdemir, 2019). Bu çalışmada ise etkinliklerin eş zamanlı yürütülmesinin bir avantaj olduğu söylenebilir. Alanyazına bakıldığında yapılan bu çalışmanın da benzer çalışmalarla paralellik gösterdiği görülmektedir. Öğrenci görüşleri uzaktan öğretime yönelik bazı durumlarda farklılaşsa bile genel anlamda uzaktan eğitim konusunda zorlanma yaşanmadığı, teknik sorunlar yaşansa bile etkinliklerin tekrarının izlenebilmesinin bir avantaj olarak nitelendirildiği görülmüştür. Greenhalgh (2011) yaptığı çalışmasında eşzamanlı uzaktan eğitim dersine göre yüz yüze

yapılan derslerdeki öğrencilerin uzamsal yeteneklerini geliştirmede anlamlı bir fark gösterdiğini belirtmiştir. Bu çalışmada aynı öğretim dönemi içerisinde böyle bir karşılaştırma yapılması mümkün olmamıştır çünkü pandemi sebebiyle tüm öğrenciler uzaktan eğitime tabi tutulmuşlardır.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışma lisans düzeyindeki öğrencilerin eşzamanlı uzaktan yürütülen 3B tasarım etkinlikleriyle uzamsal görselleştirme becerilerinin ölçülmesini ve görüşlerinin alınmasını amaçlamıştır. Çalışma sonunda öğrencilerin uzamsal görselleştirmelerinde anlamlı düzeyde fark bulunduğu ve öğrencilerin bu süreci olumlu geçirdikleri gözlenmiştir. Çalışma bulguları 3B tasarım etkinliklerinin uzamsal görselleştirmenin geliştirilmesi konusunda kullanılabileceğini ve bu sürecin uzaktan yürütülebileceğini göstermiştir. Eş zamansız olarak yürütülen 3B tasarım etkinliklerinin uzamsal yeteneğe katkı sağladığının görülmesi bu sürecin eş zamanlı yürütülmesiyle daha da etkili olabileceğini göstermiştir. Uzamsal düşünmenin önemli bir düşünme becerisi olduğu ve erken yaşlardan itibaren bu becerinin kazanılmasının önemi alanyazında belirtildiği üzere sıklıkla vurgulanmaktadır. Üniversite düzeyi gibi geç kalınmış bir dönemde bile olsa sadece bilişimle alakalı derslerle sınırlı kalmamak üzere matematik ve geometri başta olmak üzere fizik, kimya gibi derslerde de uzamsal yeteneğin geliştirilmesine yönelik etkinliklerin yapılması önemlidir. Çalışma aynı zamanda “zorunlu” kalındığı durumlarda uzaktan eğitim sürecinin de önemini ve aynı zamanda uygulanabilirliğini göstermiştir. Uzaktan eğitimle ilgili buna benzer ve uygulanmasının zor olarak düşünüldüğü başka çalışmalar yapılması gerekliliği de kendisini göstermektedir.

Bu çalışma belirli bir grupta belirli bir durumu açıklayıcı durum çalışması ile açıklamaya çalışmıştır. Çalışmanın tek ve sayıca az bir grupta yapılması ve yüz yüze-uzaktan ya da uzaktan eş zamanlı-uzaktan eş zamansız gibi karşılaştırmalar yapamaması bir sınırlılık olarak görülebilir. Böyle durumlara yönelik yeni çalışmaların daha büyük sayıdaki gruplarla yapılması, çalışmaların genellenebilmesi açısından önem taşıyacaktır. Grup sayısı az olduğundan cinsiyet vb. değişkenlere yönelik bir karşılaştırmaya da gidilmemiştir. Benzer çalışmaların farklı yaş gruplarıyla, farklı branş dallarıyla yapılması, gruplar arası farklılıkların da ön plana çıkarılmasını sağlayacaktır. 3B tasarım çalışmalarına 3B yazıcılardan çıktı alınarak etkinliklerin somutlaştırılması da uzamsal yeteneğin gelişmesinde önemli bir rol oynayabilir. Çalışmanın uzaktan yürütülmesi çıktı alma durumuna sınırlılık getirmektedir. Bunun için tek bir noktadan çıktı alınması ve öğrencilere dağıtılması gibi bir çözüm düşünülebilir.

Etik Kurul Onay Bilgileri

Kastamonu Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Etik Kurul için çalışma izni Onay yazısı, Tarih 02/06/2020 Sayı: 96053312-605-E.19458

Kastamonu Üniversitesi, Sosyal ve Beşeri Bilimler Araştırma ve Yayın Etiği Kurulu Onay Yazısı, Tarih 30/06/2020 Sayı: 29557 Belge (Toplantı:2, Karar Sayısı:15).

KAYNAKÇA

- Atasoy, B., Yüksel, A.O. & Özdemir, S. (2019). 3B tasarım uygulamalarının uzamsal beceriye etkisi: Hackidhon örneği. *Gazi Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 39(1), 341-371.
- Benzer, A.İ., & Yıldız, B. (2020). Meslek yüksekokulu son sınıf öğrencilerinin uzamsal yeteneklerinin incelenmesi. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 28(2), 881-890.
- Berg, B.L. (2009). *Qualitative resarch methods for the social sciences*, (7. Baskı). Boston, MA: Pearson, Ally&Bacon.
- Bertoline, G.R. & Miller, D.C., 1990. A visualization and orthographic drawing test using the macintosh computer. *Engineering Design Graphics Division Journal*, 54(1), 1-7.
- Brown, A. (2015). 3D printing in instructional settings: Identifying a curricular hierarchy of activities. *TechTrends*, 59(5), 16-24. <https://doi.org/10.1007/s11528-015-0887-1>
- Bulut, S. & Köroğlu, S. (2000). On birinci sınıf öğrencilerinin ve matematik öğretmen adaylarının uzaysal yeteneklerinin incelenmesi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 18, 56-61.
- Clark, A.C., & Scales, A. (2006). A study of current trends and issues for graphics education: Results from a five-year follow-up survey. *Engineering Design Graphics Journal*, 70(2), 23-30.
- Clements, D. (1999). Concrete manipulatives, concrete ideas. *Contemporary Issues in Early Childhood*, 1(1), 45-60.
- Cohen, S.L., & Cohen, R. (1985). The role of activity in spatial cognition. R. Cohen (Ed.) *The development of spatial cognition* içinde (199-223). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Cross, A. (2017). *Tinkering in K-12: An exploratory mixed methods study of makerspaces in schools as an application of constructivist learning*. Yayınlanmamış Doktora Tezi. Pepperdine University.
- Çetin, S. (2019). *Artırılmış gerçeklik uygulamalarının teknik resim dersinde ortaöğretim öğrencilerinin akademik başarıları, tutumları ve uzamsal görselleştirme becerilerine etkisi*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi. Bursa Uludağ Üniversitesi/Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Downs, B. (2009). *What is the future of technical engineering graphics education? A survey of graphic professionals focused on the emerging themes of technical/engineering graphics education in the United States*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. North Carolina State University (<http://www.lib.ncsu.edu/resolver/1840.16/797>).
- Dündar, M., Yılmaz, R., & Terzi, Y. (2019). Matematik ve sınıf öğretmen adaylarının uzamsal yeteneklerinin incelenmesi. *Ondokuz Mayıs University Journal of Education*, 38(1), 113-130.

- Greenhalgh, S.D. (2011). *Measuring the differences in spatial ability between a face-to-face and a synchronous distance education undergraduate engineering graphics course*. Yayınlanmamış Doktora Tezi. Utah State University.
- Greer, J. (2010, January). Study: Online education continues its meteoric growth. *U. S. News and World Report*, 17-21.
- Göktepe-Yıldız, S. (2019). *Tasarım temelli matematik uygulamalarının farklı öğrenme yaklaşımlarına sahip öğrencilerin uzamsal yeteneklerine ve 3 boyutlu geometrik düşünme becerilerine etkisinin incelenmesi*. Yayınlanmamış Doktora Tezi. Marmara Üniversitesi, İstanbul.
- Guay, R.B. (1980). *Spatial Ability Measurement: A Critique and an Alternative*. Paper presented at the 1980 Annual Meeting of the American Education Research Association, Boston.
- Jones, T. (2010). *The relationship between kindergarten students' home block play and their spatial ability test scores*. Yayınlanmamış Doktora Tezi. University of Houston.
- King, H. (2016). College student 3D prints his own braces [Basın]. <http://money.cnn.com/2016/03/16/technology/homemade-invisalign/index.html>
- Kostakis, V., Niaros, V., & Giotitsas, C. (2015). Open source 3D printing as a means of learning: An educational experiment in two high schools in Greece. *Telematics and Informatics*, 32, 118-128.
- Krueger, R.A. (2014). *Focus groups: A practical guide for applied research* (5.Baskı). Sage publications.
- Kwon, H. (2017). Effects of 3d printing and design software on students' interests, motivation, mathematical and technical skills. *Journal of STEM Education: Innovations and Research*, 18(4).
- Leopold, C., Gorska, R.A., & Sorby, S.A. (2001). Internationals experiences in developing the spatial visualization abilities of engineering students. *Journal for Geometry and Graphics*, 5(1), 81-91.
- Lubinski, D. (2010). Spatial ability and STEM: A sleeping giant for talent identification and development. *Personality and Individual Differences*, 49(2010) 344-351.
- Ma, J., & Nickerson, J. (2006). Hands-on, simulated, and remote laboratories: A comparative literature review. *ACM Computing Surveys*, 38(3), 1-24.
- Martin, L. (2015). The Promise of the Maker Movement for Education. *Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER)*, 5(1), 4. doi:10.7771/2157-9288.1099
- Peppler, K. & Bender, S. (2013). Maker movement spreads innovation one project at a time. *Phi Delta Kappan*, 95(3), 22-27.
- Perry, P.C. (2013). *Influences on visual spatial rotation: Science, technology, engineering and mathematics (STEM) experiences, age and gender*. Yayınlanmamış Doktora Tezi. Notre Dame of Maryland University.
- Piaget, J. & Inhelder, B. (1967). *A Child's Conception of Space* (F. J. Langdon & J. L. Lunzer, Çev.). New York: Norton.
- Planchard, M. (2007). 3D CAD: A Plus for STEM Education. *Engineering Design Graphics Journal*, 71(2), 1-4.
- Purves, D. (2007). *Principles of Cognitive Neuroscience*. London: Oxford University Press.
- Quaiser-Pohl, C., & Lehmann, W. (2002). Girls' spatial abilities: Charting the contributions of experiences and attitudes in different academic groups. *British Journal of Educational Psychology*, 72(2), 245-260.
- Scott, W.A. (2009). *Reliability for Nominal Scale Coding*. Ed. K. Krippendorff & M. A. Bock. *The content analysis reader* içinde. Sage Publications.
- Sivrikaya, S.Ö. (2019). Investigation of three dimensional spatial ability levels. *European Journal of Education Studies*, 6(6), 183-190.
- Uysal, H., & Yılmaz, A. (2019). Prospective teachers' views on beauty criteria. *International Journal of Educational Methodology*, 5(3), 337-346. doi: 10.12973/ijem.5.3.337.
- Van Ness, F. (2011). Mathematics Education and Neurosciences: Towards interdisciplinary insights into the development of young children's mathematical abilities. *Educational Philosophy and Theory*, 43(1), 75-80.
- Van Ness, F., & De Lange, J. (2007). Mathematics education and neurosciences: Relating spatial structures to the development of spatial sense and number sense. *The Mathematics Enthusiast*, 4(2) 210-229.
- Vossoughi, S. & Bevan, B. (2014). Making and tinkering: A review of the literature. *National Research Council Committee on Out of School Time STEM*. Washington, DC: National Research Council, 1-55.
- Waseem, K., Kazmi, H. A., & Qureshi, O. H. (2017). Innovation in education - Inclusion of 3D printing technology in modern education system of Pakistan: Case from Pakistani educational institutes. *Journal of Education and Practice*, 8(1), 22-28.
- Willis, J.W. (2008). *Qualitative research methods in education and educational technology*. Charlotte, NC: Information Age.
- Yılmaz, A., Gülgün, C., Çetinkaya, M., & Doğanay, K. (2018). Initiatives and new trends towards STEM education in Turkey. *Journal of Education and Training Studies*, 6(11a), 1-10. <http://dx.doi.org/10.11114/jets.v6i11a.3795>.
- Yin, R. (1984). *Case study research*. Beverly Hills, CA: Sage.